

Biblioteca Digital

Abrasol



①	Capítulo 01 - Legislação Tributária - Energia Solar Térmica.....	3
②	Capítulo 02 - Energia Solar Térmica: Tecnologias e Diferenciais.....	6
③	Capítulo 03 - Certificação INMETRO - Coletores Solares	11
④	Capítulo 04 - Diferenças e Aplicações entre Coletores Solares Abertos, Fechados e Tubos Evacuados .	19

abrasol

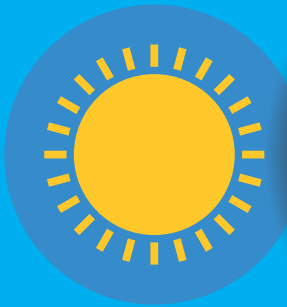
associação brasileira de energia solar térmica



Biblioteca Abrasol

Capítulo 01

Legislação Tributária Energia Solar Térmica



abrasol.org.br

① Legislação vigente

A legislação tributária relacionada ao ICMS e IPI em sistemas de aquecimento solar é clara sobre os componentes que podem ou não ser beneficiados pelas isenções fiscais. A Resposta à Consulta Tributária 1246/2013, de 22 de outubro de 2013, detalha aspectos importantes sobre a isenção do ICMS e IPI, que se aplicam apenas a sistemas de aquecimento solar completos e não a seus componentes isolados.

A consulta esclarece que os reservatórios termossolares ("boilers"), quando vendidos de forma isolada, não estão contemplados pela isenção do ICMS, mas quando vendidos junto ao sistema completo (incluindo coletor solar), estão cobertos pela isenção. Este benefício se aplica aos aquecedores solares de água (NCM 8419.12.00) e células solares (NCM 8541.40.32) quando vendidos em conjunto e com a devida classificação fiscal.

Além disso, a legislação estadual de São Paulo (Decreto nº 64.562/2019) permite que os fabricantes de aquecedores solares adquiram a matéria-prima com o diferimento do ICMS, o que facilita a fabricação e comercialização dos sistemas solares. Importante ressaltar que a ABNT 15569 define o "reservatório termossolar" como o nome técnico adequado para ser usado nas notas fiscais e orçamentos, ao invés do termo "boiler", que não está relacionado ao sistema de aquecimento solar dentro da classificação fiscal do ICMS.

② Responsabilidades (Fabricantes/Revenda/Consumidor)

Cada parte envolvida na cadeia de comercialização de sistemas de aquecimento solar tem responsabilidades específicas para garantir o cumprimento da legislação e a correta aplicação dos benefícios fiscais:

- **Fabricantes:** Devem garantir que seus produtos estão dentro das normas técnicas e que a documentação fiscal reflete a isenção corretamente, assegurando que os sistemas solares são vendidos completos (com coletor solar, reservatório solar e kits de instalação), sem a comercialização de componentes isolados que não se qualifiquem para os benefícios fiscais.
- **Revendedores:** Devem assegurar que os produtos adquiridos dos fabricantes sejam sistemas completos e não componentes isolados, além de informar ao consumidor sobre os benefícios fiscais envolvidos na compra e na instalação.
- **Consumidores:** Têm o papel de garantir que os produtos adquiridos sejam usados conforme seu propósito original e que a instalação seja feita conforme as especificações dos fabricantes para garantir o uso correto do benefício fiscal.

③ Uso correto do benefício para o SAS (Sistema de Aquecimento Solar)

A isenção de ICMS e IPI aplica-se exclusivamente aos componentes essenciais do Sistema de Aquecimento Solar (SAS), como:

- **Elegíveis:** Sistema de aquecimento térmico solar composto por placa coletora solar, reservatório termossolar ou térmico solar e kits de instalação essenciais e necessários para o funcionamento do sistema;

- **Não elegíveis:** Kit de instalação, componentes para instalação, reservatórios térmicos comercializados de forma isolada e sem a placa coletora solar.

Esses componentes são essenciais para o funcionamento do sistema de aquecimento solar, sendo os únicos elegíveis para as isenções fiscais. Outros produtos, como aquecedores elétricos, resistências e tubulações genéricas, não são elegíveis. O fabricante, revendedor e consumidor devem garantir que os produtos comprados e vendidos atendam a esses critérios, a fim de evitar o uso indevido dos benefícios fiscais.

4 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL visa orientar a correta utilização das isenções fiscais e promover a conscientização dos envolvidos no processo:

- **Fabricantes:** Devem projetar e fabricar equipamentos com características que garantam seu uso em sistemas solares, além da utilização do benefício fiscal somente em comercialização dos itens elegíveis;
- **Lojistas:** Devem vender e instalar os produtos conforme sua finalidade solar, informando os consumidores sobre as vantagens do uso de energia solar e sobre os benefícios fiscais relacionados;
- **Consumidores:** Devem estar cientes da legislação e exigir que os lojistas e instaladores sigam as normas legais para garantir a eficiência do sistema de aquecimento solar.



A legislação vigente para os sistemas de aquecimento solar tem como objetivo promover o uso de energias renováveis e sustentáveis, com benefícios fiscais cruciais para o setor. No entanto, é fundamental que todos os envolvidos na cadeia de comercialização - fabricantes, revendedores e consumidores - cumpram as normas estabelecidas para garantir a correta aplicação das isenções fiscais e a sustentabilidade do programa.

A colaboração entre todos os atores do setor pode contribuir para o fortalecimento do mercado de energia solar no Brasil, além de promover uma sociedade mais sustentável e responsável. O fortalecimento das diretrizes legais e a conscientização sobre a importância da energia solar são fundamentais para o sucesso e expansão desses incentivos fiscais, garantindo o crescimento do setor e o benefício para a sociedade.

Autores

Alan Vitor Devens - Ecologic
Davi Kulb - Cs3
Diogo Ferreira - Kisoltec
José Lourenço - A Atual
Wander Martins - Kisoltec

Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)
Danielle Johann - Diretora Executiva
Jainy Batista - Estagiária

abrasol

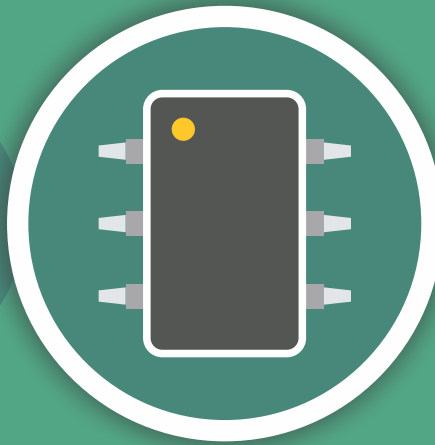
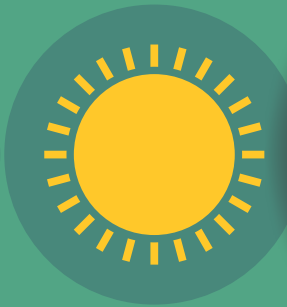
associação brasileira de energia solar térmica



Biblioteca Abrasol

Capítulo 02

Energia Solar Térmica: Tecnologia e Diferenciais



abrasol.org.br

① Principais tecnologias para aquecimento de água

As tecnologias de sistema de aquecimento de água variam amplamente em termos de eficiência, desempenho, disponibilidade, custo e benefícios ambientais. Abaixo um resumo das principais alternativas para aquecimento de água disponíveis no mercado:

- **Sistema de Aquecimento Solar (SAS):** o coletor solar capta a energia do sol e aquece a água que circula dentro da tubulação, permitindo armazená-la em reservatório(s) térmico(s) que mantém a água aquecida para atender a demanda de água quente.
- **Chuveiro elétrico/aquecedor de passagem elétrico:** funciona através da passagem de água por uma resistência elétrica que a aquece instantaneamente.
- **Sistema de aquecimento a gás (SAAG):** utiliza gás natural ou GLP (gás liquefeito de petróleo) para aquecer a água. O sistema usa um queimador e a transferência da energia térmica gerada para uma serpentina (aquecedor de passagem) ou um reservatório (aquecedor de acumulação).
- **Bombas de calor:** utiliza energia elétrica para aquecimento da água através de ciclos de absorção, ou seja, retira calor latente disponível no ar e o transfere para a água. Nesse processo, utiliza energia elétrica para que o compressor atue e comprima o gás refrigerante, transferindo o calor para a água.
- **Pellets:** utiliza resíduos de lenha compactados para aquecimento de água. Os pellets são queimados em uma câmara de combustão própria e o calor gerado é transferido para uma serpentina ou um reservatório, aquecendo a água.

② Energia Solar Térmica e Fotovoltaica

A distinção entre as duas tecnologias é descrita nos tópicos abaixo, facilitando o entendimento de suas devidas aplicações:

- **Aquecedor Solar:** Destina-se principalmente ao aquecimento de água e geração de calor, e é aplicável em diversos segmentos: residências, hospitais, hotéis, indústrias, asilos, escolas, entre outros.
- **Sistema Fotovoltaico:** Destina-se à produção de eletricidade que pode ser usada em equipamentos elétricos. A energia gerada pode ser armazenada em baterias (sistema off-grid) ou injetada nas redes elétricas (sistema on-grid).

O uso do fotovoltaico para o aquecimento de água, quando ocorre, é de forma indireta, pois a eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico alimenta um equipamento elétrico (resistência ou bomba de calor) que, então, aquece a água. Em contraste, o aquecedor solar transfere o calor diretamente para a água, promovendo maior eficiência para essa finalidade específica.

③ Principais benefícios do SAS

A crescente demanda por fontes de energia sustentáveis e renováveis e o alto custo da energia têm impulsionado o interesse por sistemas de aquecimento solar. Entre os principais benefícios dos sistemas de aquecimento solar, destacam-se:

- **Economia de Energia:** Redução do consumo de eletricidade para o aquecimento de água.
- **Menor Dependência de Combustíveis Fósseis:** Diminuição do impacto ambiental para aquecimento de água e contribuição aos programas de descarbonização e eficiência das edificações.
- **Conforto e Confiabilidade:** Permite uma gestão de fornecimento de água com temperatura e vazão constantes.
- **Incentivos e Subsídios:** Muitos países estão oferecendo incentivos e subsídios para a instalação desses sistemas, tornando-os mais acessíveis.

Neste contexto, explorar os benefícios dos sistemas de aquecimento solar é essencial para compreender como essa tecnologia pode ser uma solução viável e eficaz para os desafios energéticos atuais. Os coletores solares comercializados no Brasil possuem alto desempenho, com eficiência que pode chegar próximo dos 80% na conversão da irradiação solar em calor para aquecimento de água.

Contribuição para Redução do Consumo Elétrico

No Brasil, cerca de 7% do consumo total de energia elétrica é destinado ao aquecimento de água para banho, especialmente durante os horários de pico. A instalação de um Aquecedor Solar pode resultar em uma redução de até 40% na conta de energia de uma residência.

Minimização de Investimentos em Infraestrutura

A redução da demanda de eletricidade durante o horário de pico diminui a necessidade de investimentos pesados em geração e distribuição de energia. O sistema de aquecimento solar conta com um reservatório térmico que funciona como uma "bateria" de água quente, gerada durante o dia para ser consumida em horários de maior demanda. Por ser um sistema de geração descentralizado, não requer infraestrutura externa, facilitando sua implantação.

Economia para as Famílias

A substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares proporciona maior aproveitamento da renda familiar, refletindo-se diretamente nas despesas mensais.

Estímulo ao Emprego e Autossuficiência

O setor emprega mais de 50.000 colaboradores diretos e indiretos e possui uma cadeia produtiva quase 100% nacional, promovendo autonomia e reduzindo a vulnerabilidade a flutuações internacionais.

Tecnologia Altamente Eficiente e Alinhamento com ESG

Os aquecedores solares são 3 a 4 vezes mais eficazes do que outras tecnologias e têm menor impacto ambiental, alinhando-se aos objetivos de ESG ao reduzir a dependência de insumos importados e combustíveis fósseis.

④ Custo-Benefício

O sistema de aquecimento solar térmico apresenta-se como a alternativa de melhor custo-benefício para o aquecimento de água, quando comparado a outras tecnologias, incluindo a solar fotovoltaica. Sua eficiência na conversão direta de energia solar em calor, utilizada especificamente para aquecimento de água, torna o processo altamente eficaz e econômico. Além disso, o sistema de aquecimento solar térmico demanda menos infraestrutura e oferece uma implantação simplificada, pois sua instalação é dedicada ao aquecimento de água e dispensa baterias ou sistemas complexos de interconexão elétrica.

Diferentemente do fotovoltaico, o sistema térmico não sofre com perdas energéticas significativas na conversão e no transporte da energia. O calor captado é diretamente transferido para a água, que pode ser armazenada em reservatórios e utilizada conforme a necessidade do usuário. Esse método não apenas reduz custos de operação e manutenção para o consumidor, como também minimiza os custos de geração e distribuição elétrica em escala nacional, ao aliviar a demanda nos horários de pico.

Vantagens na Relação Custo-Benefício:

- **Eficiência energética superior:** o sistema térmico converte cerca de 80% da energia solar em calor diretamente utilizável, enquanto os sistemas fotovoltaicos têm eficiência média de apenas 15-20% na conversão de eletricidade.
- **Economia direta na conta de energia elétrica:** ao reduzir a dependência do aquecimento elétrico, o sistema térmico oferece uma economia significativa nas despesas mensais das famílias e empresas.
- **Menor investimento inicial:** o sistema de aquecimento solar térmico geralmente exige um investimento inicial menor do que o fotovoltaico para atender à mesma demanda de aquecimento de água.
- **Longa vida útil e baixa manutenção:** o sistema térmico possui componentes simples e duráveis, com menor necessidade de substituição ou reparos frequentes, maximizando o retorno do investimento ao longo dos anos.

5 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL recomenda que, ao planejar a instalação de sistemas de energia, **o sistema de aquecimento solar térmico seja priorizado para o aquecimento de água.** Com sua alta eficiência na conversão de radiação solar em calor (cerca de 80%), o aquecimento solar térmico se destaca como a solução mais eficaz e direta para atender à demanda de água quente, que é uma das principais responsáveis pelo consumo energético em residências.



Embora o sistema fotovoltaico também seja uma excelente opção para gerar eletricidade, ele é mais adequado para demandas elétricas gerais e não tem a mesma eficiência direta para o aquecimento de água. Para isso, seria necessário o uso de um aquecedor elétrico adicional, o que pode aumentar o consumo de energia elétrica.

Dessa forma, **os primeiros metros quadrados de telhado devem ser priorizados para o sistema de aquecimento solar térmico,** permitindo otimizar o uso da energia solar de forma mais eficiente para o aquecimento de água, o que gera uma economia significativa, além de aliviar a demanda sobre a rede elétrica, especialmente em horários de pico.

Autores

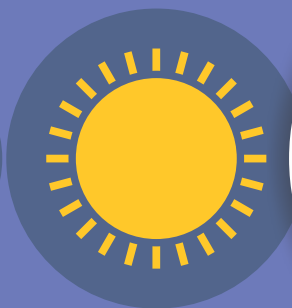
Carlos Saviano - Saviano Engenharia
Jorge Chaguri Jr. - Chaguri Engenharia
Luis Claudio Karpenko Benedetti - Aquatherm
Ronaldo Yano - Komeco

Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)
Danielle Johann - Diretora Executiva
Jainy Batista - Estagiária



Certificação INMETRO: Coletores Solares



① Normas vigentes

Normas e portarias emitidas pelo INMETRO, com o objetivo de garantir a qualidade, segurança e desempenho desses produtos no mercado. As normas vigentes estabelecem requisitos técnicos obrigatórios para os fabricantes, assegurando que os produtos atendam aos padrões de eficiência e durabilidade exigidos. Este tópico aborda as principais portarias do INMETRO que regulam a certificação de coletores solares e os procedimentos relacionados, destacando as atualizações normativas e os critérios técnicos fundamentais para a conformidade dos produtos.

● Portaria INMETRO nº 352/2012

Estabelece os requisitos obrigatórios para a certificação de coletores solares térmicos e sistemas de aquecimento solar, com base em normas técnicas e critérios de qualidade, segurança e desempenho energético.

● Portaria INMETRO nº 301/2018

Atualiza os requisitos de certificação de equipamentos de aquecimento solar, alterando a Portaria 352/2012. Essa portaria traz alterações sobre o processo de certificação, a validade dos certificados, bem como os procedimentos para auditorias nas fábricas.

● Portaria INMETRO nº 420/2021

Estabelece os requisitos obrigatórios para equipamentos de aquecimento solar de água a serem atendidos por toda a cadeia fornecedora do produto no mercado nacional.

● Portaria INMETRO nº 215/2024

Altera a Portaria INMETRO nº 420, de 4 de outubro de 2021, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Equipamentos de Aquecimento Solar de Água - Consolidado.

● ABNT NBR 17003:2021, ASTM G155:13 e ISO 9806:2017

- **ABNT NBR 17003:2021:** Define os requisitos gerais e os métodos de ensaio para avaliar o desempenho térmico de coletores solares, incluindo aspectos como resistência à pressão e durabilidade.
- **ASTM G155:13:** Estabelece os métodos de ensaio de Envelhecimento Acelerado para coletores solares.
- **ISO 9806:2017:** Estabelece os métodos de ensaio de Inspeção Final para coletores solares.

Certificação Compulsória

A certificação de coletores solares térmicos é compulsória para todos os fabricantes e importadores no Brasil, de acordo com as portarias do INMETRO. Os produtos precisam atender a todos os requisitos técnicos estabelecidos para poderem ser comercializados no país.

② Responsabilidades: Laboratórios, OCPs e Fabricantes

Durante o processo de certificação de coletores solares térmicos segundo as portarias do INMETRO, as responsabilidades dos laboratórios, fabricantes e Organismos de Certificação de Produtos (OCPs) são claramente definidas para garantir que os produtos atendam aos requisitos de segurança e desempenho estabelecidos. A seguir, descrevem-se as principais responsabilidades de cada um:

● Responsabilidades dos Laboratórios

Os laboratórios têm a função de realizar ensaios técnicos nos coletores solares e sistemas de aquecimento solar para verificar se eles atendem às normas e regulamentos técnicos vigentes. As responsabilidades incluem:

- **Realizar ensaios de conformidade:** Testar os coletores solares de acordo com as normas aplicáveis, verificando parâmetros como eficiência térmica, resistência mecânica e durabilidade.
- **Emitir relatórios de ensaio:** Após a execução dos testes, o laboratório emite relatórios detalhados com os resultados dos ensaios. Esses documentos são fundamentais para o processo de certificação.
- **Acreditação INMETRO:** Os laboratórios devem ser acreditados pelo INMETRO, garantindo que sigam padrões de qualidade e confiabilidade, além de possuir a competência técnica necessária para realizar os ensaios.

● Responsabilidades dos Fabricantes

Os fabricantes de coletores solares são responsáveis por garantir que seus produtos estejam em conformidade com as exigências legais e técnicas antes de serem comercializados. As principais responsabilidades incluem:

- **Solicitar a certificação:** O fabricante deve entrar em contato com um Organismo de Certificação de Produto (OCP) acreditado pelo INMETRO para iniciar o processo de certificação.
- **Fornecer amostras:** O fabricante deve fornecer amostras de seus produtos para ensaios laboratoriais, a fim de validar a conformidade com as normas e portarias.
- **Manter a conformidade:** Após a certificação, o fabricante é responsável por garantir que os produtos fabricados continuem atendendo às especificações técnicas testadas e aprovadas. Isso inclui realizar as manutenções exigidas conforme os prazos legais estabelecidos, por meio de auditorias.
- **Prover informações técnicas:** O fabricante deve fornecer todas as informações técnicas requeridas pelo OCP, como manuais de instalação e manutenção, além de registros de fabricação e controle de qualidade.
- **Correção de não conformidades:** Caso os ensaios ou auditorias detectem não conformidades, o fabricante deve implementar ações corretivas e preventivas para resolver os problemas apontados.
- **Etiquetagem e Selo de Conformidade:** Após a certificação, os fabricantes devem aplicar o selo do INMETRO nos produtos, indicando que estão em conformidade com os requisitos técnicos e legais.

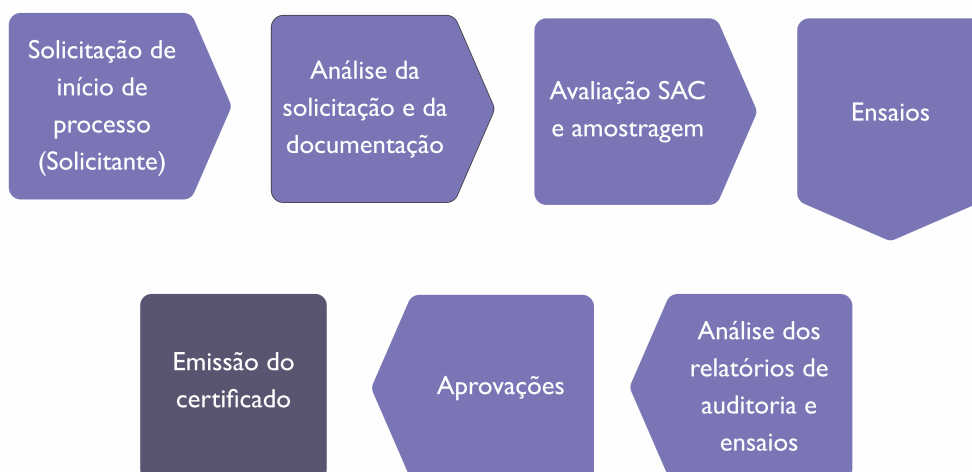
Esses itens conferem credibilidade e segurança aos consumidores desses produtos.

● Responsabilidades dos Organismos de Certificação de Produtos (OCPs)

Os OCPs são entidades acreditadas pelo INMETRO que realizam todo o processo de certificação, desde a análise de documentos até a emissão do certificado de conformidade. Suas responsabilidades incluem:

- **Realizar auditorias, amostragem e certificação:** O OCP é responsável por conduzir auditorias nas fábricas, verificar a conformidade dos sistemas de qualidade do fabricante, tratamento de reclamações do solicitante (SAC) e amostragem (lacrção dos produtos), e assegurar que o processo de produção esteja de acordo com as normas estabelecidas.
- **Solicitar os ensaios de laboratório:** O OCP solicita a realização dos ensaios aplicáveis nos laboratórios acreditados, assegurando que os produtos sejam submetidos aos testes exigidos.
- **Emitir o Certificado de Conformidade:** Após a análise dos relatórios de ensaio, verificação do sistema de qualidade do fabricante e tratamento de reclamações do solicitante (SAC), o OCP emite o Certificado de Conformidade, autorizando o uso do selo do INMETRO.
- **Manter o monitoramento pós-certificação:** O OCP deve realizar auditorias de manutenção no fabricante e solicitar os testes laboratoriais em amostras periódicas (finalizados entre 24 e 36 meses pós-certificação, dependendo do modelo de certificação escolhido) para garantir que os produtos continuam a atender os requisitos.
- **Suspensão ou cancelamento de certificação:** Se o fabricante não mantiver a conformidade com as normas, o OCP tem a responsabilidade de suspender ou cancelar o certificado de conformidade, notificando o INMETRO.

● Etapas do processo de certificação



Resumo das Responsabilidades

Entidade	Responsabilidades
Laboratórios	Realizar ensaios de desempenho e segurança; emitir relatórios técnicos; ser acreditados pelo INMETRO.
Fabricantes	Solicitar certificação; fornecer amostras; garantir conformidade contínua; aplicar selos INMETRO; corrigir não conformidades.
OCPs	Conduzir auditorias; solicitar ensaios; emitir certificados de conformidade; realizar monitoramento contínuo e de manutenções; suspender/cancelar certificações quando necessário.

Esses três atores trabalham em conjunto para garantir que os coletores solares no mercado brasileiro atendam aos requisitos de segurança e eficiência, conforme as portarias e normas do INMETRO.

③ Ensaios

Os ensaios realizados durante o processo de certificação dos coletores solares são fundamentais para avaliar seu desempenho e conformidade com as normas técnicas estabelecidas. Cada ensaio tem um objetivo específico, como medir o desempenho térmico, verificar a resistência a choques térmicos ou avaliar a durabilidade do coletor sob diferentes condições. Este tópico resume os principais ensaios realizados, detalhando os objetivos, procedimentos e requisitos de aprovação para garantir que os coletores solares atendam aos padrões de qualidade exigidos pelas portarias do INMETRO e outras normas.

Ensaio	Objetivo	Procedimento	Requisito de Aprovação
Desempenho térmico	Determinar a eficiência térmica do coletor solar	Simular todas as condições estabelecidas pela norma NBR 17003:2021 e calcular a eficiência com base nos dados coletados	Deve alcançar a eficiência mínima especificada na tabela de classificação da Portaria 420/21
Temperatura de estagnação	Determinar a temperatura máxima do coletor durante o período em que não ocorre a remoção de calor	Exposição à radiação máxima sem circulação de fluido	Todos os materiais do coletor devem suportar essa temperatura sem apresentar danos
Resistência à pressão hidrostática	Avaliar a capacidade dos absorvedores de suportar pressões internas	Os absorvedores são submetidos por uma pressão 50% superior a nominal	Não deve apresentar vazamentos ou falhas estruturais
Impacto	Testar a resistência a impactos externos, como granizo	Esferas de aço ou gelo são lançadas repetidamente contra o coletor	A superfície do coletor não deve quebrar ou rachar

Ensaio	Objetivo	Procedimento	Requisito de Aprovação
Choque Térmico (externo)	Determinar a capacidade do coletor de resistir a choques térmicos sem falhas	O coletor deve ser pulverizado com água após alcançar os níveis de radiação definidos pela norma	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
Choque Térmico (interno)	Determinar a capacidade do coletor de resistir a choques térmicos sem falhas	Deve recircular água a temperatura ambiente no interior da harpa após atingir os níveis de radiação estabelecidos pela norma.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
Resistência a alta temperatura	Determinar de forma rápida se o coletor suporta altos níveis de radiação sem falhas.	Exposto a uma radiação superior a 1000W/m ² , com as tubulações vazias e sem fluxo de ar.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
Exposição	Avaliar se o coletor é capaz de suportar as condições de operação durante sua vida útil.	Exposto a condições de operação até atingir os parâmetros estabelecidos pela norma, com as tubulações vazias e sem fluxo de ar.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
Envelhecimento Acelerado	Simular o desgaste ao longo do tempo em condições normais de operação.	Exposição a ciclos de radiação solar, umidade e temperatura.	Deve manter sua integridade e funcionalidade após o ensaio.
Penetração de chuva	Determinar se o coletor fechado é resistente a penetração de chuva	O coletor deve ser pulverizado com água durante 4 horas	Não pode ultrapassar os limites permitidos pela portaria 420
Resistência à Corrosão	Avaliar a resistência dos materiais à corrosão, especialmente em ambientes agressivos (como áreas costeiras).	Exposição a condições corrosivas como salinidade.	Materiais devem resistir à corrosão sem comprometer a estrutura ou desempenho do coletor.

4 Classificação

A classificação de eficiência para os coletores solares é baseada na Produção Mensal Específica de Energia (PMEe), conforme estabelecido na Portaria 420/21 do INMETRO. As faixas de eficiência dos coletores são divididas da seguinte forma:

Classe	Produção Específica Mensal (kWh/mês.m ²)	
	Coletor Solar Aplicação Banho	Coletor Solar Aplicação Piscina
A	80,3 < PMEe	98,0 < PMEe
B	73,3 < PMEe ≤ 80,3	90,0 < PMEe ≤ 98,0
C	66,3 < PMEe ≤ 73,3	80,0 < PMEe ≤ 90,0
D	59,3 < PMEe ≤ 66,3	70,0 < PMEe ≤ 80,0
E	52,3 < PMEe ≤ 59,3	65,0 < PMEe ≤ 70,0

A etiqueta do INMETRO serve como uma referência para comparar diretamente os produtos disponíveis no mercado, mas é importante ressaltar que ela deve ser vista como um indicador de desempenho, com base em ensaios realizados sob condições controladas (como radiação solar, entre outros fatores).

A eficiência de um coletor solar é determinada pela Produção Mensal Específica de Energia (PMEe), que é calculada pela relação entre a Produção Mensal de Energia (Pmen) e a Área Externa do coletor (Aext). A Pmen é obtida multiplicando-se a produção diária de energia pelo fator 30 (dias do mês), considerando a **Eficiência Térmica Média (ηméd)** do coletor e a radiação solar média incidente.

Esses valores de PMEe, que variam de acordo com o tipo de coletor (para banho ou piscina), ajudam a comparar o desempenho energético dos coletores solares de forma objetiva.

5 Variações de projeto para coletores de A-D

Os coletores solares térmicos são projetados para transformar radiação solar em energia térmica. A construção desses equipamentos envolve uma série de variáveis que podem impactar diretamente a eficiência e a classificação final do coletor. Além da classificação pela produção de energia (PMEe), outras características do projeto podem alterar significativamente o desempenho.

Abaixo, abordamos as principais variações que podem influenciar a classificação do coletor após os testes:

- **Material do Absorvedor:** O material utilizado na chapa absorvedora tem grande influência na eficiência do coletor solar. Materiais com alta absortividade e baixa emissividade são preferíveis, pois aumentam a capacidade do coletor em absorver radiação solar e minimizar perdas térmicas. A forma de fixação da chapa absorvedora também pode afetar o desempenho, por exemplo, fixações por soldagem tendem a ser mais duráveis e eficazes do que encaixes simples.
- **Área do Coletor:** A área do coletor solar impacta diretamente a quantidade de radiação solar que ele pode captar. Coletor de maior área tende a gerar mais energia, o que deve ser levado em conta no projeto para otimizar a produção.

- **Geometria do Coletor:** O design físico do coletor, incluindo o arranjo dos tubos de circulação, pode afetar a transferência de calor e a eficiência térmica. Para projetar coletores mais eficientes, os cálculos de escoamento, vazão e velocidade do fluido devem ser otimizados, pois, em alguns casos, escoamentos reduzidos podem resultar em melhores rendimentos térmicos.
- **Isolamento Térmico:** O isolamento térmico é crucial para minimizar as perdas de calor, garantindo que a energia captada seja transferida eficientemente para o sistema de armazenamento. A qualidade do isolamento nas laterais e na parte de trás do coletor pode fazer uma diferença significativa na eficiência geral do sistema.
- **Superfície do Coletor:** A aplicação de tratamentos ou revestimentos na superfície do coletor, como absorvedores seletivos, pode reduzir perdas térmicas e melhorar a absorção da radiação solar. A escolha de materiais para esse revestimento deve ser feita em conjunto com a análise da geometria e do sistema de escoamento de fluidos, de modo que as interações entre eles resultem na maior eficiência possível.
- **Estrutura Principal do Coletor:** A estrutura do coletor é responsável por garantir que todos os outros componentes desempenhem suas funções corretamente. Além disso, a resistência mecânica da estrutura e o tipo de cobertura (como o tipo de vidro utilizado) também são fatores que contribuem para a eficiência térmica e a durabilidade do coletor.

6 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL orienta que, tanto as revendas quanto os consumidores, devem dar prioridade à escolha de produtos que sejam altamente eficientes e que tenham sido 100% testados e certificados pelo INMETRO. A eficiência dos coletores solares é um fator crucial para garantir o desempenho esperado do sistema, e apenas os produtos que passaram por testes rigorosos devem ser considerados.

Além disso, é fundamental que os produtos sejam aplicados conforme as suas especificações, ou seja, os coletores solares projetados para aquecimento de banho devem ser utilizados exclusivamente para essa finalidade, enquanto os modelos destinados a piscinas devem ser instalados em sistemas específicos para esse uso. A aplicação correta do produto assegura que o sistema opere dentro dos parâmetros estabelecidos pelos testes de eficiência e durabilidade, maximizando a economia de energia e prolongando a vida útil dos coletores solares.

Essas práticas não apenas garantem a performance do sistema, mas também ajudam na sustentabilidade do mercado de energia solar, promovendo produtos de alta qualidade e com maior eficiência energética para os consumidores.



Autores

Fábio Scarpa - CELAC
Gustavo Ussier - Rinnai
João Paulo Cumagai - Heliotek
Matheus Santos - Scitec
Ricardo Padovani - CELACK
Rosely Campos - Green Solar

Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)
Danielle Johann - Diretora Executiva
Jainy Batista - Estagiária



Diferenças e Aplicações entre Coletores Solares Abertos, Fechados e Tubos Evacuados



① Introdução

O mercado de energia solar térmica oferece diferentes tipos de coletores, cada um com características técnicas e aplicações específicas que influenciam diretamente o desempenho e a viabilidade de uso. Com a crescente demanda por soluções energéticas sustentáveis, os coletores solares térmicos desempenham um papel crucial na redução do consumo de combustíveis fósseis e na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Neste capítulo, abordaremos as principais diferenças entre os coletores solares abertos, fechados e de tubos evacuados, apresentando suas aplicações e como cada tecnologia se comporta em diferentes temperaturas de trabalho. A escolha correta do coletor é fundamental para otimizar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e garantir um retorno de investimento mais rápido.

② Diferenças Técnicas entre os Modelos de Coletores Solares

Coletores Solares Abertos

- **Design:** Possuem um absorvedor em contato direto com o ambiente. O material mais utilizado para essa chapa é o termoplástico, embora polímeros reciclados ou avançados estejam em desenvolvimento;
- **Construção:** Ausência de isolamento térmico, o que resulta em maior perda de calor. Construção simples e econômica;
- **Isolamento:** Não possuem barreiras contra perdas de calor por convecção ou radiação, tornando-os sensíveis a vento, chuva e poeira;
- **Eficiência:** Ideal para aquecer água em grandes volumes com pequeno aumento de temperatura (ΔT), devido à alta vazão e rápida transferência de calor.

Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Design:** O absorvedor é encapsulado em uma estrutura com cobertura e isolada termicamente;
- **Componentes:**
 - **Chapa absorvedora:** Normalmente feita de cobre ou alumínio, podendo ser pintada ou revestida com material seletivo para maior eficiência;
 - **Serpentina:** Geralmente em cobre ou inox, conduz o fluido térmico, transferindo o calor da chapa absorvedora;
 - **Caixa:** Estrutura usualmente de alumínio a qual contém o absorvedor;
 - **Isolamento Térmico:** Material utilizado para minimizar as perdas térmicas do coletor solar. Costuma-se utilizar poliuretano ou lã;
 - **Cobertura:** Vidro comum, temperado ou de baixo teor de ferro, o qual reduz perdas de calor por convecção e radiação. Pode também ser utilizado policarbonato ou outro material polimérico translúcido.
- **Eficiência:** Adequado para temperaturas médias (30°C a 75°C), com desempenho limitado em climas extremamente frios;

Coletores de Tubos Evacuados

- **Design:** Compostos por tubos de vidro duplo com vácuo entre eles, o que garante excelente isolamento térmico;
- **Componentes:**
 - **Tubo de Vidro Duplo:** Duas camadas de vidro, sendo a externa temperada para maior resistência a impactos, e a interna revestida com materiais seletivos que otimizam a absorção de energia solar;
 - **Isolamento:** O espaço entre as camadas de vidro é evacuado, criando um isolamento que elimina quase totalmente as perdas de calor por condução e convecção;
 - **Estrutura de Suporte:** Geralmente de alumínio ou aço inoxidável, posiciona os tubos no ângulo ideal para maximizar a captação de energia solar, além de conduzirem o fluido a ser aquecido.
- **Eficiência:** Graças à combinação de isolamento térmico eficiente e alta capacidade de captação, esses coletores possuem maior eficiência em temperaturas entre 75°C a 100°C, podendo chegar a 300°C em aplicações específicas. Devido possuírem o isolamento a vácuo, são resistentes ao congelamento.

3 Aplicações de Cada Modelo

Coletores Solares Abertos

- **Uso principal:** Aquecimento de piscinas, onde necessita-se de alta vazão e baixa temperatura;
- **Custo:** Econômicos e simples de instalar;
- **Limitação:** Não são recomendados para aquecimento de água para banho, devido serem mais eficientes em temperaturas inferiores a 40°C.

Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Uso principal:** Sistemas residenciais, comerciais e industriais para temperaturas médias (30°C a 75°C);
- **Versatilidade:** Adequados para todas as regiões do Brasil, atendendo a demanda de banho com alta eficiência;
- **Limitação:** Menor eficiência em temperatura acima de 75°C;

Coletores de Tubos Evacuados

- **Uso principal:** Regiões com grandes variações de temperatura ou locais com temperaturas negativas. Processos industriais e comerciais, como aquecimento em hotéis e hospitais;
- **Vantagem:** Requerem menos espaço e oferecem alta eficiência em temperaturas acima de 75°C, mesmo em condições adversas;
- **Limitação:** Devido alcançarem altas temperaturas, o custo de instalação costuma ser superior, devendo prever sistemas de segurança e materiais adequados a temperatura de trabalho.

4 Desempenho por Temperatura de Trabalho

Coletores Solares Abertos

- **Faixa de trabalho:** 20°C a 40°C;
- **Eficiência:** Desempenho ideal em climas quentes e estáveis; perdem eficiência em locais frios ou ventosos.

Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Faixa de trabalho:** 30°C a 75°C (modelos específicos podem alcançar 200°C);
- **Eficiência:** Bom desempenho em climas moderados; menor eficiência em regiões muito frias.

Coletores de Tubos Evacuados

- **Faixa de trabalho:** 50°C a 100°C (alguns modelos chegam a 300°C);
- **Eficiência:** Mantêm alto desempenho em climas frios e ventosos, graças ao isolamento por vácuo.

5 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL recomenda que a escolha do coletor solar seja baseada na aplicação específica e na faixa de eficiência do produto. Para aquecimento de piscinas, coletores solares abertos são geralmente os mais indicados, devido à sua alta vazão e capacidade de aumentar moderadamente a temperatura. Para sistemas residenciais e comerciais voltados para o aquecimento de água para banho, os coletores planos (fechados) são os mais eficientes, operando bem dentro da faixa de 30°C a 75°C. Já os coletores de tubos evacuados são ideais para aplicações industriais e comerciais em regiões com grandes variações de temperatura ou condições extremas, oferecendo alta eficiência para temperaturas superiores a 75°C. No entanto, existem exceções, pois cada tecnologia pode ser aplicada de acordo com as necessidades e características específicas de cada instalação. ABRASOL não impede o uso de qualquer tecnologia de forma exclusiva; a escolha deve sempre ser adaptada à realidade de cada projeto.

É essencial que o revendedor e o projetista consultem a etiqueta do INMETRO, que detalha a aplicação para a qual o produto foi testado. Ao verificar essa etiqueta, é possível garantir que o coletor será utilizado de forma correta e eficiente, assegurando o melhor desempenho e maior durabilidade do sistema. Por isso, é imprescindível que esses profissionais considerem essa informação ao selecionar o modelo adequado para cada situação.



Autores

Carlos Bueno - Nautilus
Hugo Nascimento - Termomax
Leonardo Rodrigues - Termomax
Luciano Torres - Resolver
Luiz Antônio - Solis

Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)
Danielle Johann - Diretora Executiva
Jainy Batista - Estagiária